

# 遠隔参加も可能な協働学習のための IoT ロボット教材の開発

## Development of IoT Robot Teaching Materials for Collaborative Learning Capable of Operation from Remote Locations

真野広夢<sup>\*1</sup>, 鈴木直弥<sup>\*1</sup>, 瀧本萌花<sup>\*1</sup>, 千田和範<sup>\*1</sup>

Hirumu SHINNO<sup>\*1</sup>, Naoya SUZUKI<sup>\*1</sup>, Moeka TAKIMOTO<sup>\*1</sup>, Kazunori CHIDA<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>釧路工業高等専門学校電気工学科

<sup>\*1</sup>National Institute of Technology, Kushiro Collage of Department of Electrical Engineering

Email: p140215@kushiro.kosen-ac.jp

あらまし：近年、急速な技術発展により変化の激しい時代になってきた。そこで日本では 2020 年から教育改革が始まり、主体的・対話的で深い学びが授業に取り入れられる。その方法として協働学習という考え方が注目されており、ロボット教材はそのための教材として注目が高まっている。そこで本研究では、誰とでも協働学習ができることを目的として開発した IoT 化したロボット学習教材について報告する。

キーワード：協働学習, IoT, ロボット, 遠隔授業

### 1. はじめに

近年、科学技術が急速に発展してきており、これから先も技術が発展していくと考えられる。10~20 年後では日本の労働人口の約 49%の職業が人工知能やロボットなどで代替可能になると予測されている<sup>(1)</sup>。今の子供たちがこのような変化の激しい時代で獲得するべきスキルとして 21 世紀型スキルというものがある。このスキルの獲得のために日本では、2020 年から教育の改革が始まろうとしており、「主体的・対話的で深い学び」を取り入れた授業が多く展開されることになる。この教育を実施するための手法の一つに協働学習があり、学校の教育現場では協働学習にロボットを用いた取り組み例が増えてきている<sup>(2)(3)</sup>。

一方で、近年の少子化により、少人数の学級が珍しくなくなってきた。このような学級では、多人数の中での意思表示や多様な考え方に触れる機会が少なく、協働学習を行うことが困難になる。加えて少人数学級で協働学習を実施することを考えた教材もほとんどない。

そこで本研究では、ロボット学習教材に遠隔で操作できる機能を持たせることで遠隔地の教育機関からでも操作することを可能にし、少人数学級と多人数学級と一緒に協働学習が実施できる教材を開発した。

### 2. ロボット教材の概要

図 1 に本研究で開発するシステムの概略図を示す。実施フィールドは実際にロボット教材を動作させる場所である。学習者に制御プログラム開発用のパソコン(以下、パソコンという)と教材ロボットを配布する。各教材ロボットはインターネットに接続できる機能を有しており、遠隔地からの操作も可能になっている。

遠隔地の人とは Web カメラを用いたチャットシステム等によってコミュニケーションを取りあう。遠隔地からロボット教材を操作するためにはルータ

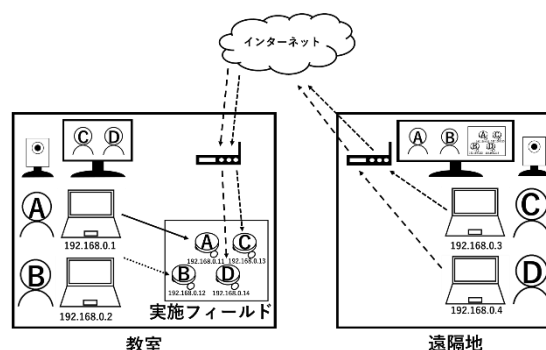


図 1 システムの概略図

ーを介してパソコンをインターネットに接続する。加えて、教室にいる人は遠隔地の人が使用するロボット教材を準備すれば、遠隔地の人はロボット教材を操作することが可能になる。ただし、配置の調整といった物理的な操作は現地の学習者に行ってもらうことになる。

### 2.1 IoT ロボット教材のハードウェア構成

本研究では図 2 のようなロボット学習教材を開発した。この教材はプログラミング教育用に作られた教材ロボット<sup>(4)</sup>(以下、ロボット本体という)、Wi-Fi モジュールの ESPr Developer, ロボット本体と ESPr Developer を通信させるためのレベルコンバータ回路基板で構成されている。

ESPr Developer はパソコンから命令を受け取ると、その命令をロボット本体に送信することで命令通りに動作する。

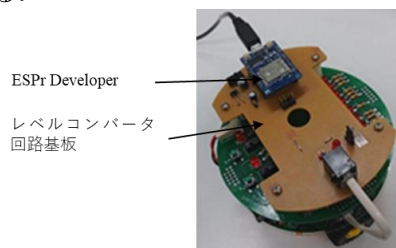


図 2 開発したロボット教材

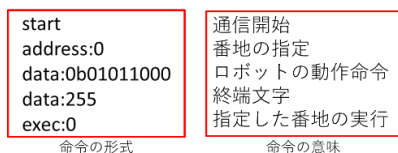


図3 命令の形式



図4 ESPr Developer の役割

```
while (client connected()) {
  if (client.available()) {
    tmpCmd[] = client.read();
    if (tmpCmd[0] == '@') {
      tmpCmd[] = "00";
      cmd4robot = strtok(tmpCmd, ",");
      Serial.println(cmd4robot);
      mySerial.println(cmd4robot);
      delay(100);
    }
    str = mySerial.readStringUntil('\n');
    Serial.println(str);
    mySerial.println(str);
    delay(100);
  }
}

while (cmd4robot != NULL) {
  cmd4robot = strtok(NULL, ",");
  if (cmd4robot != NULL) {
    Serial.println(cmd4robot);
    mySerial.println(cmd4robot);
    str = mySerial.readStringUntil('\n');
    Serial.println(str);
    mySerial.println(str);
    delay(100);
  }
}
```

1回目の処理                      2回目以降の処理

図5 命令の処理



図6 命令の送信ツール

表1 命令の種類とビットパターン

命令の種類	ビットパターン	
直進	0101	上位4bit
後退	1010	
右回転	0110	
左回転	1001	
80mm/60度	1000	下位4bit
40mm/30度	0100	
20mm/10度	0010	
10mm/7.5度	0001	

## 2.2 IoT ロボット教材のソフトウェア構成

ロボット本体は受信した命令を1つずつ受け付けるため、命令は図3のような形式にする必要がある。1つずつ命令を送信する場合、ロボット本体が“OK”と返すまで待たなければならない。その場合、ロボット本体を動作させるまでに時間がかかってしまう。そこで図4のように、あらかじめ1行の文字列で命令を送信することにした。このようにすることで、ESPr Developer が文字列を分解した後、ロボット本体に順番に命令を送信すれば、円滑に動作させることが可能になる。その命令の処理を図5に示す。まず、受信した文字列の“@”を終端文字の“\0”に変換する。その後、文字列の中のカンマを検出し、

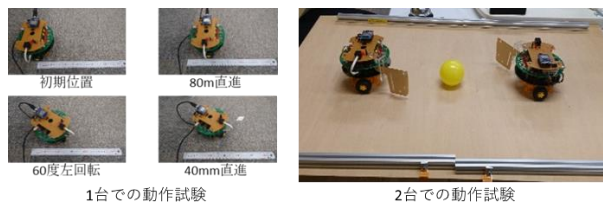


図7 動作試験結果

短い文字列に区切ってロボット本体にシリアル通信で送信する。この時の第一引数は“start”である。また、2回目以降の命令の処理は1回目の処理と同様の処理を行っているが、第一引数は“NULL”となっている。

## 3. ロボット教材の動作

本研究では、教材を操作させるために Processing で図6のような簡易的な送信ツールを作成した。

ロボットの動作命令は上位4bitと下位4bitを組み合わせた2進数8bitで送信される。その一例は表1に示したとおりである。

動作試験の様子を図7に示す。まず、1台で初期位置から80mm直進、60度左回転、40mm直進の動作試験を実施した。次に2台でホッケーのような動作試験を実施した。その結果、どちらの動作試験でも命令通りに動作することが確認できた。

## 4. まとめ

本研究では Wi-Fi 通信によってロボット教材を動作させることに成功した。また、Wi-Fi 通信の機能を搭載する前の教材ロボットよりも簡単に操作することが可能になった。今回は試作テストのため、プライベート IP アドレスを用いて実験を行った。しかし外部の教育機関から操作するためにはプロバイダなどからグローバル IP アドレスを取得し、実際に外部環境から動作可能か確認を行う予定である。

### 参考文献

- (1) 野村総合研究所：“日本の労働人口の49%が人工知能やロボット等で代替可能に”，p.1(2015)
- (2) 小泉智史，神田崇行，宮下敬宏：“ソーシャルロボットを用いた協調学習実験”，日本ロボット学会誌 Vol29 No.10, pp.37-39(2011)
- (3) 富永直也：“小学生を対象としたプログラミング学習カリキュラムの開発”，立命館教職教育研究(4号), p.85
- (4) 野口孝文，梶原秀一，千田和範，稲守栄：“ロボットを用いた初心者のためのプログラミング教材の開発”，FIT2014, 第13回情報科学技術フォーラム, p.269(第4分冊)(2014)
- (5) 野口孝文：“プログラミングロボット操作とプログラムの手引きユーザーズマニュアル ver.6.08”，p.35(2018)